

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA  
AUTO-GENERACIÓN Y BALSA 5  
(CEMENTOS ARGOS)

LEONARDO QUINTERO BEJARANO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA  
PROGRAMA EN AUTOMATIZACIÓN ELECTRÓNICA  
PALMIRA  
2016

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA  
AUTO-GENERACIÓN Y Balsa 5  
(CEMENTOS ARGOS)

LEONARDO QUINTERO BEJARANO

Presentación de proyecto aplicado para optar al título de tecnología en  
automatización electrónica.

Ingeniero Electrónico Steve Rodríguez Guerrero  
Asesor del proyecto

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA  
PROGRAMA EN AUTOMATIZACIÓN ELECTRÓNICA  
PALMIRA  
2016

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado tuvo como propósito identificar la solución acertada a la problemática presentada en la empresa Cementos Argos S.A, en la cual se realiza la operación de 2 válvulas manuales que se encuentran en la bocatoma. La bocatoma está ubicada en la orilla del río Cauca y a las afueras de la planta de autogeneración, para desplazarse a este lugar se presentaba un gran riesgo para los operadores, porque esta es una zona de alto riesgo público por lo que generaba preocupación para la empresa y sus trabajadores, adicional a ello se presentaba pérdida de tiempo en la operación de estas válvulas manuales que era alrededor de una hora y algunas veces una hora y media, que equivale al 12% de la jornada laboral, se reconoció el proceso de alimentación de agua de la planta para seleccionar la solución correcta.

Con todos estos antecedentes se planteó y decidió automatizar las válvulas manuales por medio de un PLC existente en bombas Cauca el cual es esclavo del PLC situado en cuarto de control.

Se realizó la selección de las válvulas de control de acuerdo con las condiciones del sitio y los equipos ya existentes para generar un proceso más económico y práctico.

Con este proyecto se cumplieron con los objetivos esperados y se dio un valor agregado, ya que también se generó un ahorro en captación de agua y horas de operación de la bomba.

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
3. OBJETIVOS .....	9
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. JUSTIFICACIÓN .....	10
5. ANTECEDENTES AUTOMATIZACION Y CONTROL DE PROCESOS .....	11
6. IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL .....	13
6.1 PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE) .....	14
6.2 Sistemas de control .....	15
6.3 Válvulas de control .....	17
6.3.1 Tipos de válvulas de control .....	17
6.4 Finales de carrera .....	19
7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA .....	21
8. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA .....	30
9. CONCLUSIONES.....	34
10.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ANEXOS .....	37

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 6.1</b> Ejemplo de lenguaje de programación Ladder .....	15
<b>Figura 6.2</b> Lazo abierto.....	16
<b>Figura 6.3</b> Lazo cerrado .....	17
<b>Figura 6.4</b> Válvula ON/OFF .....	18
<b>Figura 6.5</b> Válvula proporcional.....	19
<b>Figura 6.6</b> Finales de carrera .....	20
<b>Figura 7.1</b> Programación de la solución propuesta - Alimentación agua bomba 2.....	23
<b>Figura 7.2</b> Programación de la solución propuesta - Alimentación agua bomba 3.....	24
<b>Figura 7.3</b> Programación de la solución propuesta - Alimentación agua balsa 5 .....	25
<b>Figura 7.4</b> Programación de la solución propuesta - Alimentación agua autogeneración .....	26
<b>Figura 7.5</b> Programación de la solución propuesta - Segmentos de comunicación .....	27
<b>Figura 7.6</b> Panel de conexiones de la solución .....	28
<b>Figura 7.7</b> Plano .....	29
<b>Figura 8.1</b> Pantalla sin las válvulas .....	31
<b>Figura 8.2</b> Pantalla con las válvulas .....	32
<b>Figura 8.3</b> Válvulas manuales .....	33
<b>Figura 8.4</b> Válvulas automáticas instaladas .....	33

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Carta de certificación de solución implementada .....	37
----------------	---	----

## **1. INTRODUCCIÓN**

La automatización industrial hoy en día es una herramienta muy importante en los diferentes campos de la industria, ya que permite realizar productos estándar y con menores costos de fabricación. Para los operarios también es de gran ayuda porque con esta se pueden eliminar tareas peligrosas y de mucho esfuerzo físico.

Dentro de este proyecto se escogió la automatización de las válvulas manuales ubicadas en bocatoma para solucionar el problema de la operación, ya que están ubicadas en el barrio Las Américas del Municipio de Yumbo Valle la cual es una zona de alto riesgo por orden público.

Por lo cual, se implementaron 2 válvulas de control mediante el PLC (programador lógico controlable) siemens S300, se usó PLC este debido a que la planta ya contaba con la disponibilidad de estos equipos en sus tableros de control y representa un ahorro importante.

Contiene los anexos de la mejora y también se realizó referencia a la bibliografía utilizada para el proyecto y el documento.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La planta de autogeneración Yumbo, fue concebida para suministrar energía a la planta de cemento y no comprar energía a la red externa (EMCALI), para así tener un proceso autosuficiente. Esta planta de generación está conformada por una caldera a carbón mineral y una turbina a vapor para generar 17MW. En el proceso de generación de vapor es de gran importancia el agua debido a que es la materia prima del vapor, en esta planta se cuenta con una bocatoma que se encuentra a orillas del río Cauca, ubicada a unos 500 metros de la planta de autogeneración saliendo por la parte posterior de la planta.

En la bocatoma están instaladas dos bombas centrífugas conectadas a una misma línea de descarga, la cual cumple 2 funciones: La primera es alimentar el tanque desarenador que se utiliza en el proceso de Autogeneración para producir el agua de la caldera, la segunda es alimentar la balsa 5 de la planta de cemento que se utiliza para producir pasta del cemento. En el momento que se requiere manipular las válvulas de bocatoma el proceso puede tomar una hora alineando las válvulas y dando arranque a las bombas. Sumado a esto el desplazamiento del operario es de 500 metros caminando y el mismo debe ser acompañado de un guarda de seguridad, quien no siempre se encuentra disponible para este acompañamiento, este acompañamiento es necesario porque la bocatoma se encuentra por fuera de las instalaciones, es una zona solitaria y peligrosa, por lo cual este proceso se hace demorado y con más riesgo en altas horas de la noche.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema de control operado remotamente para evitar que el operario transite entre la zona de bocatoma y la planta autogeneración. Disminuir los tiempos en que se realiza la operación de las válvulas manuales de bocatoma.

Optimizar la captación de aguas del rio cauca, parando y arrancando oportunamente las bombas cuando se requiera.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el proceso de la bocatoma para la propuesta de la solución.
- Consultar sistemas de control y válvulas de control ON/OFF.
- Diseñar programa para la comunicación del PLC.
- Disminuir el tiempo de operación y de alimentación de agua.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

El proyecto busca mejorar el proceso alimentación de agua a la planta de autogeneración de tal manera que se optimice el tiempo de respuesta de apertura y cierre de las válvulas manuales del proceso reduciendo los riesgos del operador al desplazarse por una zona de riesgo público.

Con el proyecto se ahorraría 1 hora aproximadamente de cada turno de 8 horas, que es el tiempo que tarda un operador en realizar la operación, también se disminuye el uso del guarda de vigilancia que debe realizar el acompañamiento del operario.

En el tema de seguridad la empresa reduce potencialmente el impacto que tendría que un operador se vea lesionado o muerto por el gran riesgo que implica desplazarse por esta zona.

## 5. ANTECEDENTES AUTOMATIZACION Y CONTROL DE PROCESOS

Debido al gran avance de nuevas tecnologías, el proceso de automatización industrial se ha podido beneficiar de estas tecnologías, dando lugar a avances significativos que le han permitido a la industria implementar procesos de producción más eficientes, seguros y competitivos.

Reseña histórica:

- **1947:** La idea original: Físicos John Bardeen, Walter Brattain y William Shokkley desarrollan el primer transistor en los laboratorios de Bell. Heinrich Grünebaum (en la imagen entre Jans Lenze y la hija de Lenze, Elisabeth Belling en la Feria de Hannover de 1952) desarrolló el motor Alquist, que se convirtió en el padrino de los motores controlados.
- **1959:** Primera herramienta de maquinado controlada por computador. El primer controlador Simatic en un torno.
- **1967:** Antes de la electrónica de potencia: Antes de que los diodos, tiristores y los IGBT's estuvieran disponibles, las corrientes eran rectificadas con rectificadores de selenio, o con rectificadores de arco de mercurio gigantes emitiendo luz azul misterioso.
- **1968:** PLC: La exitosa historia del PLC empezó con el Control Industrial Modular de Dick Morley.

- **1978:** A nivel de máquinas: dispositivos de programación de la era pre-PC eran muy grandes y pesados. La programación CNC a nivel de máquinas – una vez más introducido por AMK – representó un proceso notable.
- **1987:** Coincidencia: un cliente solicitó que un sistema de control Beckhoff fuera equipado con un disco duro. La solución más simple fue la de integrar un PC. Pronto se evidenció que el PC podría hacer más que actuar como un recolector de datos para el sistema de control, y la era de los PC en la industria de la automatización arrancó.
- **1997:** Empuje de integración: la tecnología de automatización consiste cada vez más en un control descentralizado e inteligente y con componentes de control que se puedan comunicar con otros mediante Ethernet industrial. Fábrica Digital y comisionamiento Virtual: el mundo del desarrollo de productos digitales se fusiona con la tecnología de automatización. Programas de control para procesos de producción están desarrollados basados en la simulación.
- **2004:** La funcionalidad del PLC fue descubierta en un chip.

## **6. IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

La automatización es muy importante en la industria porque permite tener procesos más económicos y mejorar estándares de calidad, logrando ser más competitivos, pero también requiere para su operación personal calificado.

Para automatizar un proceso se deben tener en cuenta los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, si son mayores a los costes de operación y mantenimiento del sistema, significa que es viable automatizar un proceso productivo.

La automatización aporta varias ventajas como las siguientes:

- Se mejora la calidad del trabajo del operador de la máquina, Minimizando los trabajos de alto grado de dificultad o instalación y en el desarrollo del proceso.
- Reducción de costos, tiempo y mantenimiento de equipos.
- Flexibilidad para realizar cambios en el producto.
- Disminución de desperdicios y contaminación.
- Los trabajadores aumentan el grado de trabajos seguros.

## **6.1 PLC (CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE)**

Es un dispositivo electrónico diseñado para programar y controlar procesos en tiempo real.

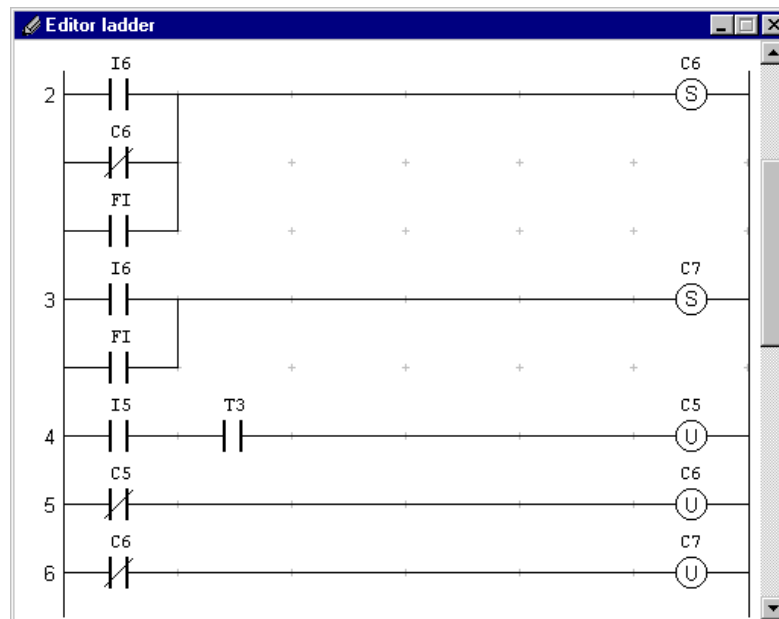
El PLC es un dispositivo que permite controlar muchas variables y su tamaño es reducido permite reducir costos en control de procesos, se programa en distintos lenguajes de programación, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación PLC estos son Lenguaje de contactos o Ladder, Lenguaje Booleano y Lista de instrucciones o diagrama de funciones, es muy funcional porque podemos realizar cambios de programación de acuerdo al proceso sin inconvenientes.

Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios pre programado.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como por ejemplo un programador o control de la llama de una caldera) que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato.

**Figura 6.1** Ejemplo de lenguaje de programación Ladder



**Fuente:**<http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/18604249/Te-interesa-la-Automatizacion-PLC-Robotica-2.html>

El PLC está compuesto por entradas análogas y digitales, salidas análogas y digitales, una fuente, bloques de comunicación y la CPU.

Con el PLC podemos programar y controlar diversos elementos como válvulas, finales de carrera, motores, pilotos, transmisores, cilindros neumáticos, etc.

En la automatización industrial hoy día son muy usados y los encontramos en casi todas las industrias.

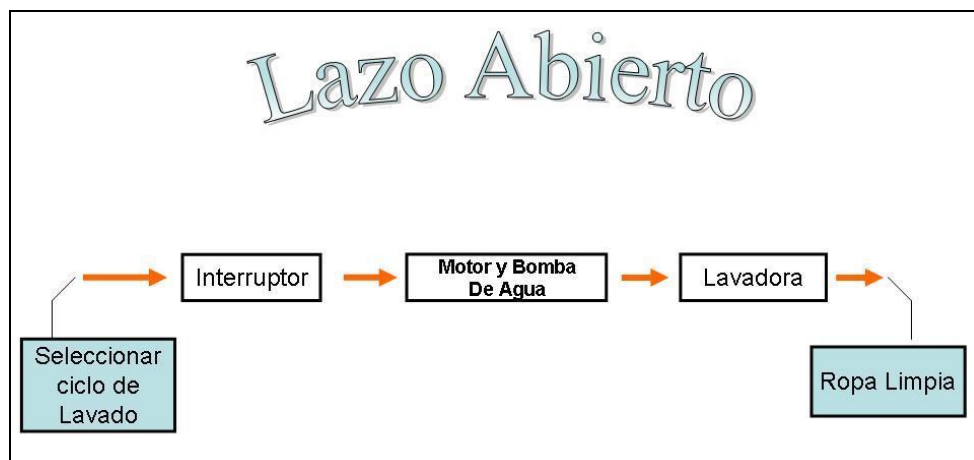
## 6.2 Sistemas de control

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. Por lo general, se usan sistemas de control industrial en procesos de producción industriales para controlar equipos o máquinas.

Existen dos clases comunes de sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. Del sistema de control de lazo abierto podemos decir que el que no tiene una retroalimentación un ejemplo es el ventilador de la casa él trabaja y no reduce su velocidad o se apaga hasta que lo realice una persona.

El control de lazo cerrado si tiene retroalimentación y un ejemplo puede ser el aire acondicionado el prende y se le da un Set point y el empieza a buscar esta temperatura con un sensor de temperatura que es su retroalimentación y al llegar al punto fijado él se apaga o reduce su trabajo.

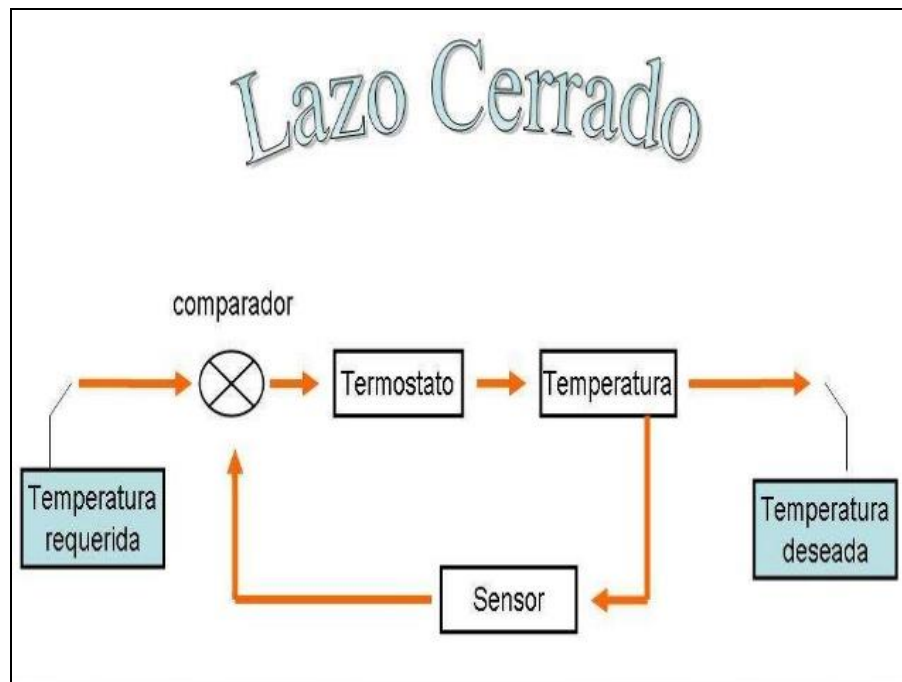
**Figura 6.2** Lazo abierto



**Fuente:** [http://dayanamaldonado99.blogspot.com/2015/02/sistemas-de-control.html?\\_sm\\_au\\_=iVVvrkZZTHVPrt3t](http://dayanamaldonado99.blogspot.com/2015/02/sistemas-de-control.html?_sm_au_=iVVvrkZZTHVPrt3t)



**Figura 6.3** Lazo cerrado



**Fuente:** [http://dayanamaldonado99.blogspot.com/2015/02/sistemas-de-control.html?\\_sm\\_au\\_=iVVvrkZZTHVPrt3t](http://dayanamaldonado99.blogspot.com/2015/02/sistemas-de-control.html?_sm_au_=iVVvrkZZTHVPrt3t)

### 6.3 Válvulas de control

Las válvulas de control son elementos finales del control, los cuales están encargados de transformar una señal de control en un flujo o energía o se puede decir que realizan cambios a la variable manipulada.

#### 6.3.1 Tipos de válvulas de control

La industria ha revolucionado las válvulas en todo el mundo ya que se modificaron de acuerdo a las necesidades de los procesos y por esto se han desarrollado diversos tipos de válvulas.

- **Válvulas de control on-off**

Las válvulas on-off son las que controlan todo o nada permiten o no el paso de un fluido a través de ellas se usan en muchos sistemas como llenados de tanques, piscinas, purgas, entre otros.

**Figura 6.4** Válvula ON/OFF



**Fuente:** [http://www.samson.cl/novedades\\_eventos\\_exponor2013.html](http://www.samson.cl/novedades_eventos_exponor2013.html)

- **Válvulas de control proporcional**

Las válvulas de control proporcional nos permiten controlar un fluido con la apertura de la válvula en un recorrido entre 0 – 100% permiten controlar caudal, presión, permite realizar ajustes muy finos en los procesos.

**Figura 6.5** Válvula proporcional



**Fuente:** <http://valvulassolenoides.mx/valvulas-de-control-proporcional.html>

#### **6.4 Finales de carrera**

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite"), son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido o de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito.

Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

**Figura 6.6** Finales de carrera



**Fuente:** <http://www.comercialespanoladerepuestos.com/productos/automatizacion-industrial/finales-de-carrera/>

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

En el proceso de autogeneración de energía en la empresa Cementos Argos se identificó un problema en la operación manual de las válvulas de bocatoma, donde se expone la integridad de los trabajadores al desplazarse hacia bocatoma, razón por la cual se evalúa que solución se puede implementar.

Basados en las condiciones y los dispositivos ya existentes se determinó escoger la automatización de las válvulas manuales, fue la solución elegida porque durante el proceso se identificó que en la caseta de bocatoma se encuentra instalado un PLC Siemens S300 con entradas y salidas análogas disponibles. Este PLC se usa para enviar 2 señales análogas de 2 transmisores de flujo los cuales miden el consumo de agua en m<sup>3</sup> día y permiten el encendido y parado de los 2 motores. El PLC se comunica con el cuarto de control por medio de fibra óptica, debido a la distancia que existe entre bocatoma y el cuarto de control. En el cuarto de control se usa el software Wincc de Siemens para integrar el control gráfico en las pantallas con el PLC. Una vez consolidada toda esta información se procede a identificar qué tipo de válvulas de control se debían elegir para reemplazar las manuales existentes.

Como existe una distancia considerable entre la planta y la bocatoma y no se cuenta con una fuente de alimentación de aire comprimido para uso industrial, por tal motivo se decidió comprar 4 válvulas automáticas ON/OFF motorizadas de 6" tipo compuerta las cuales permiten realizar un control todo o nada. Estas válvulas poseen finales de carrera que indican si la válvula está abierta o cerrada, para estas señales se usaron 4 entradas digitales del PLC.

Los motores de las válvulas fueron alimentados a 220v AC y para las confirmaciones de las válvulas se usaron 2 contactos de 24v DC que se alimentan desde el PLC y le dan la señal de apertura o cierre.

Aprovechando la implementación de esta solución se observó la posibilidad de automatizar la válvula de entrada a las balsas 5, esta válvula se encuentra ubicada

dentro de la planta, por esta razón se compró una válvula de control neumática ON/OFF de 4". La válvula debe ser alimentada con 120v AC permitiendo la activación de una válvula solenoide encargada de la apertura o cierre y tiene dos confirmaciones de 24v DC para indicar señal de abierta o cerrada.

Ya con la información de operación de las válvulas se procedió a realizar la programación de control en ladder en el PLC maestro del cuarto de control, ya que opera de forma maestro esclavo con el de bocatoma, la configuración maestro esclavo es cuando hay dos o más dispositivos y se denominan uno o varios como maestro que son los que gobiernan los ciclos de comunicación y los esclavos solo obedecen a las peticiones del maestro.

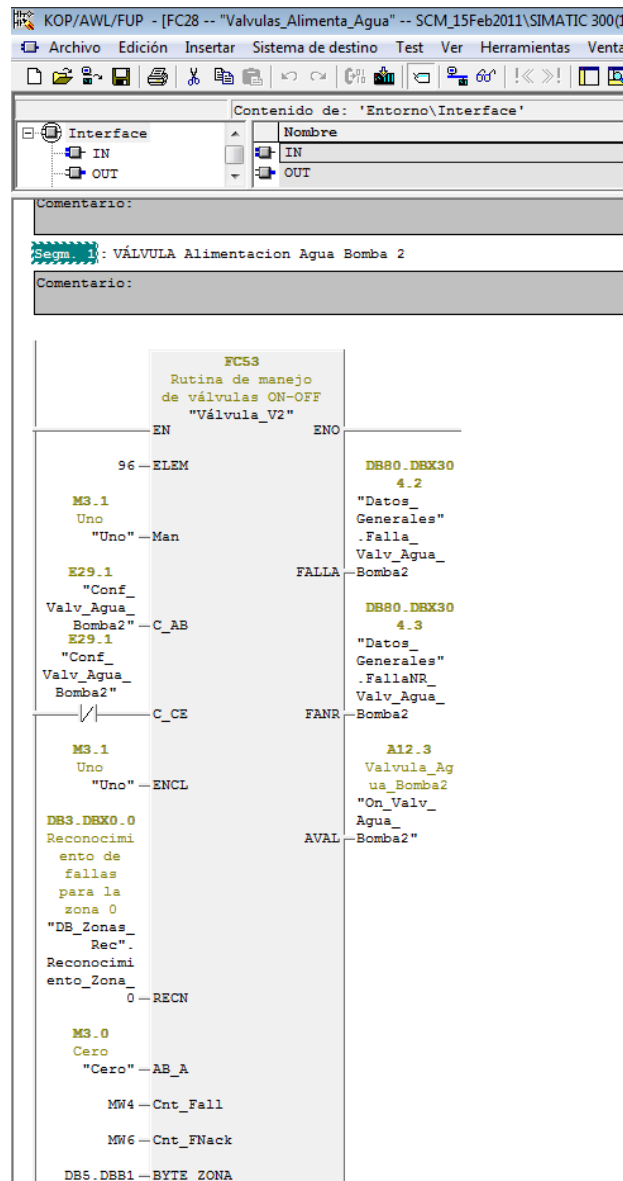
Durante la programación se identificó que el programa debería tener enclavamientos para proteger las bombas y las líneas de flujo, se determinó que los motores deben arrancar con las válvulas abiertas para no presurizar la bomba, esta determinación se tomó debido a que las bombas manejan presiones de 150 a 180 psi y no cuentan con una línea de alivio o recirculación por lo que arrancar la bomba con la válvula cerrada puede generar daños en el equipo por sobrepresión (figura 7.1).

Definido el programa en el PLC con entradas y salidas se procedió a realizar el montaje mecánico de las válvulas y para terminar se cablearon las señales de las válvulas.

Para terminar, se realizaron las pruebas desde cuarto de control, estas pruebas se realizaron de la siguiente forma: primero se dio mando a las válvulas de manera remota verificando que actuaran y dieran su respectiva señal de confirmación de abierta, el siguiente paso fue realizar la operación completa con los motores en servicio, resultando exitosas las pruebas en operación.

Durante el proyecto se instalaron dos válvulas que se identificaron para mejorar el proceso una a la entrada del tanque desarenador en Autogeneracion y otra a la entrada de la balsa 5 en la planta de cemento.

**Figura 7.1** Programación de la solución propuesta - Alimentación agua bomba 2

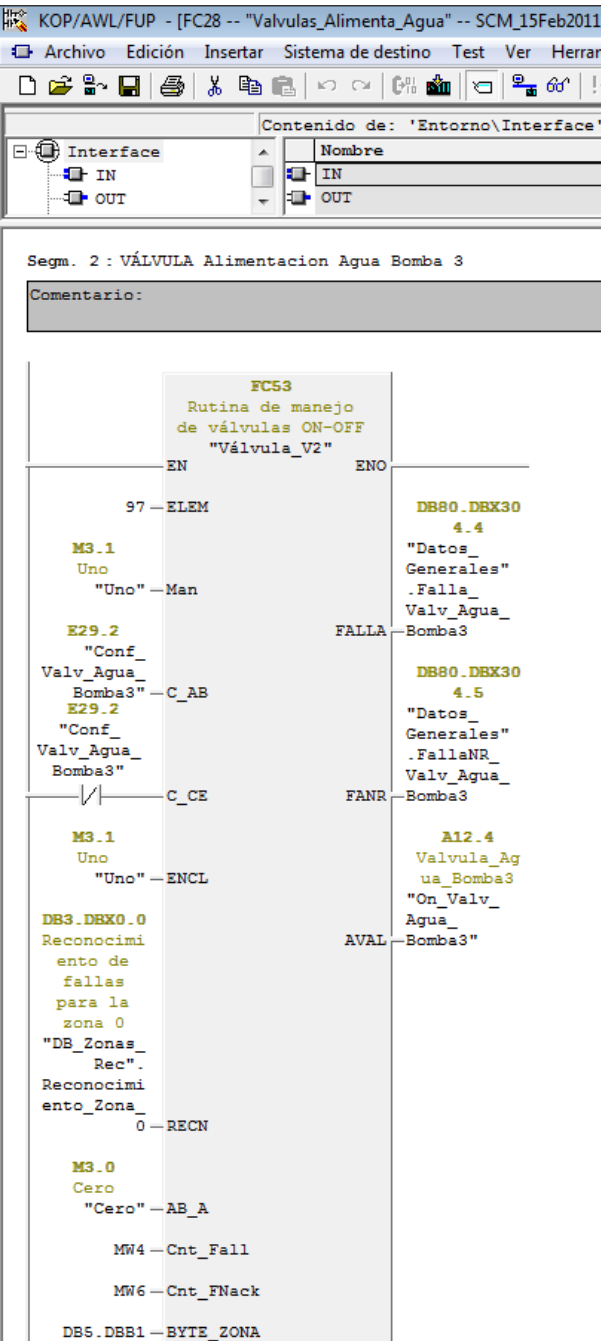


**Fuente:** elaboración propia

En el bloque anterior se realizó configuración de la bandera M3.1 como entrada, la entrada E29.1 configurada como confirmación de apertura.

El DB3 configurada como reconocimiento de falla.

Figura 7.2 Programación de la solución propuesta - Alimentación agua bomba 3



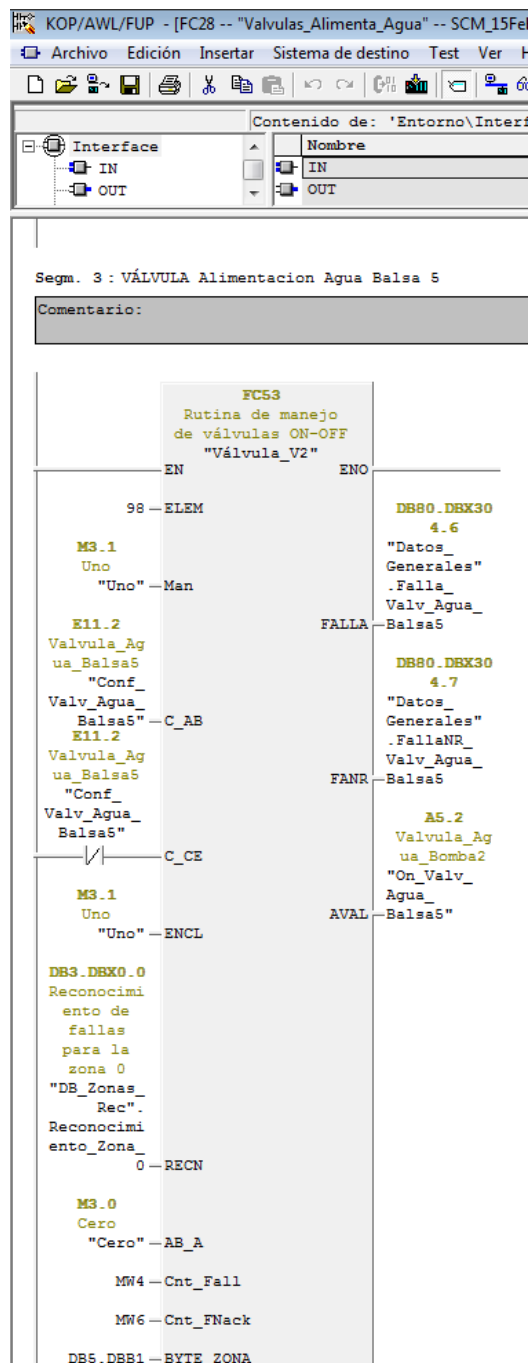
Fuente: elaboración propia

En el bloque anterior se realizó configuración de la bandera M3.1 como entrada, la En la entrada E29.2 configurada como confirmación de apertura.

El DB3 configurada como reconocimiento de falla.



Figura 7.3 Programación de la solución propuesta - Alimentación agua balsa 5



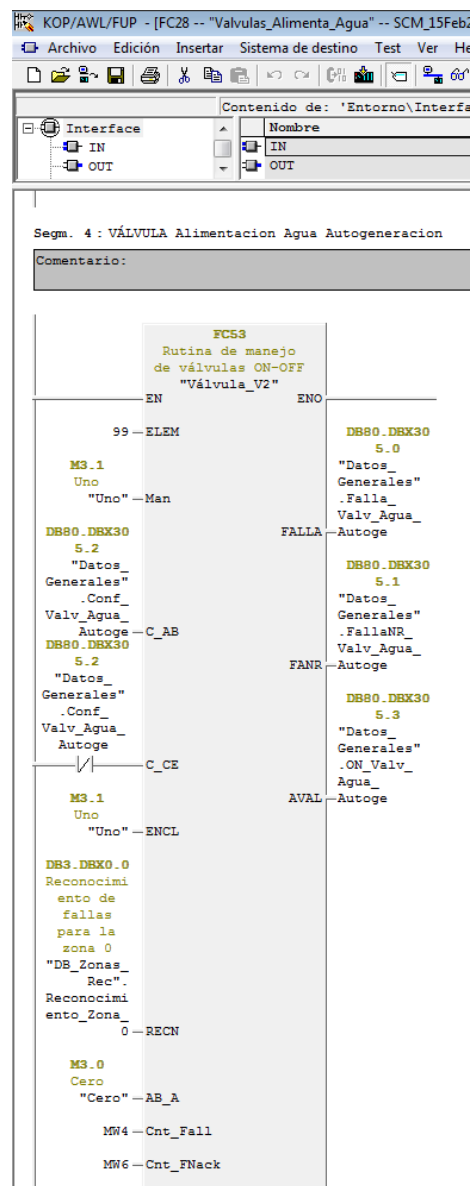
**Fuente:** elaboración propia

La válvula alimentación agua balsa 5 se instaló para mejorar el proceso, pero no estaba concebida en el proyecto.

En el bloque anterior se realizó configuración de la bandera M3.1 como entrada, la En la entrada E11.2 configurada como confirmación de apertura.

El DB3 configurada como reconocimiento de falla.

**Figura 7.4** Programación de la solución propuesta - Alimentación agua autogeneración



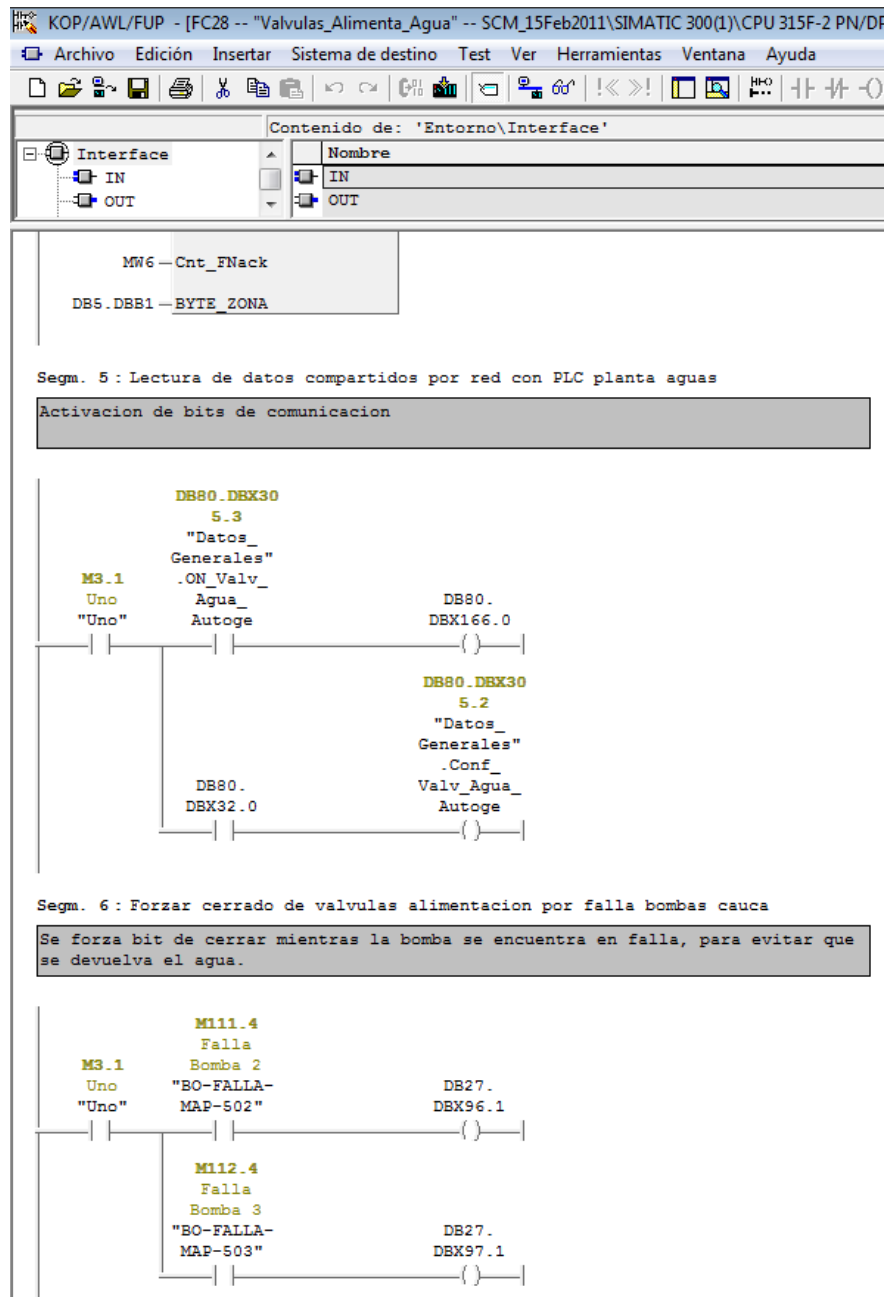
**Fuente:** elaboración propia

La válvula alimentación agua Autogeneracion se instaló para mejorar el proceso, pero no estaba concebida en el proyecto.

En el bloque anterior se realizó configuración de la bandera M3.1 como entrada, la En la entrada 5.2 configurada como confirmación de apertura.

El DB3 configurada como reconocimiento de falla.

**Figura 7.5** Programación de la solución propuesta - Segmentos de comunicación

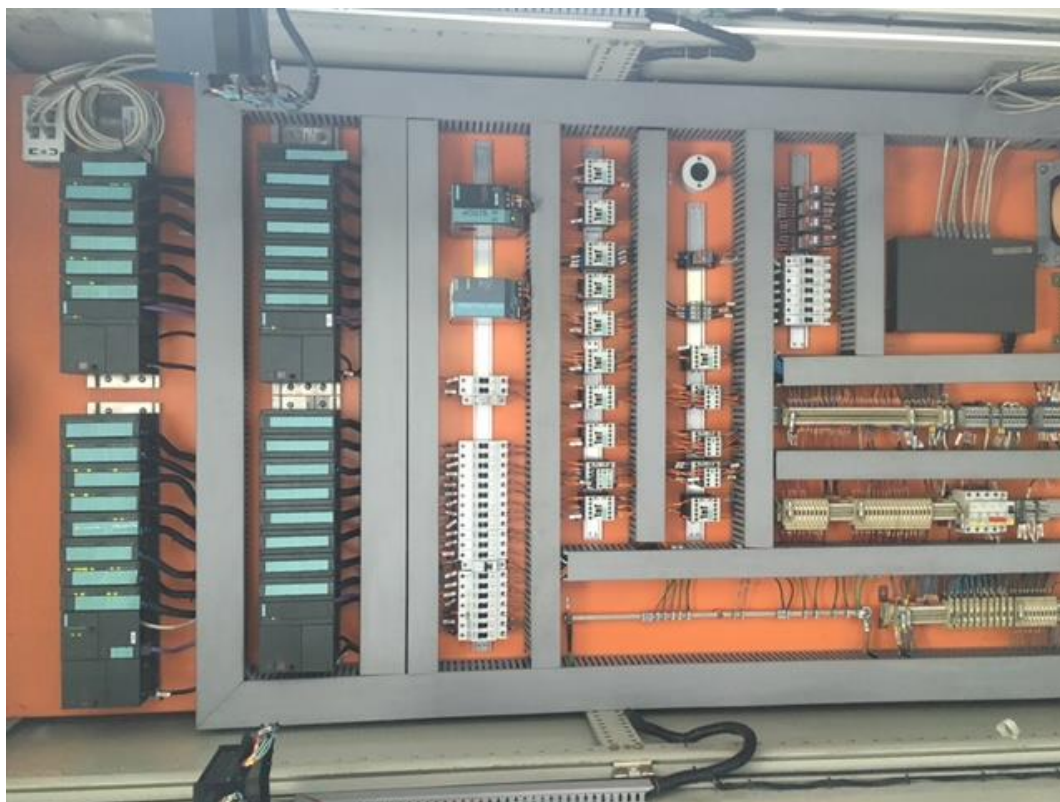


**Fuente:** elaboración propia

Programacion ladder segmento 5 donde se toman lecturas del PLC

Segmento 6 se programo cierre de valvulas automatico, cuando las bombas se encuentran en falla ( M111.4 y M112.4)

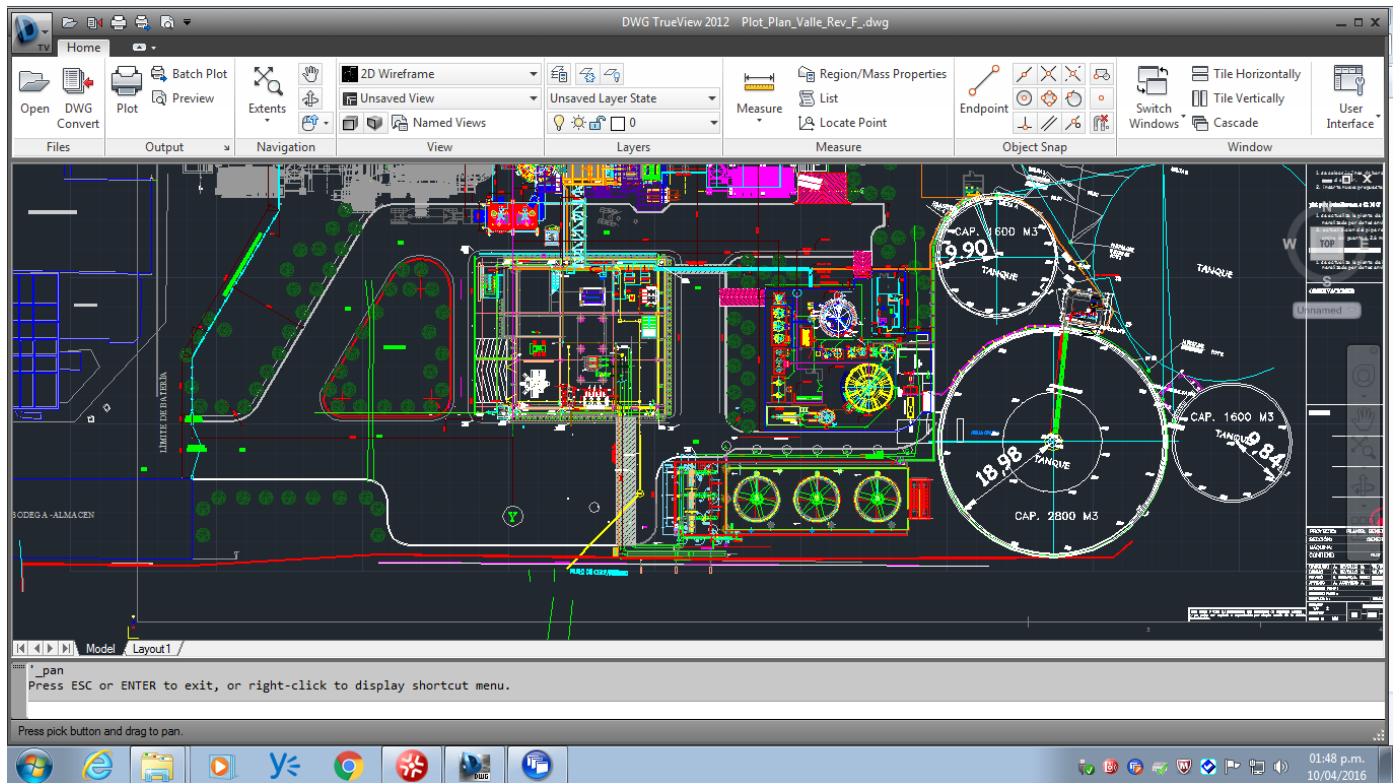
**Figura 7.6** Panel de conexiones de la solución



**Fuente:** elaboración propia

Se programó mando de apertura y cierre para cada válvula con su señal de falla correspondiente cuando no se tiene confirmación de apertura o cierre de la válvula.

**Figura 7.7 Plano**



**Fuente:** Tomada de la planta Autogeneración.

En el plano con vista superior de la planta Autogeneración muestra el tanque que tiene de radio 9.84 metros, donde llega la línea de la bocatoma.

## **8. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

Con la implementación y puesta en marcha del proyecto se obtuvieron los resultados esperados y beneficios adicionales como reducir las horas de operación de las bombas, reducir el consumo de agua para la planta.

Dentro de los resultados esperados se cumplió con la mejora en tiempos de respuesta en el proceso donde se logró optimizar 6 horas de trabajo diarias, se eliminó el riesgo físico de los operadores al desplazarse al sitio y también aumento el tiempo del operador para realizar otras tareas.

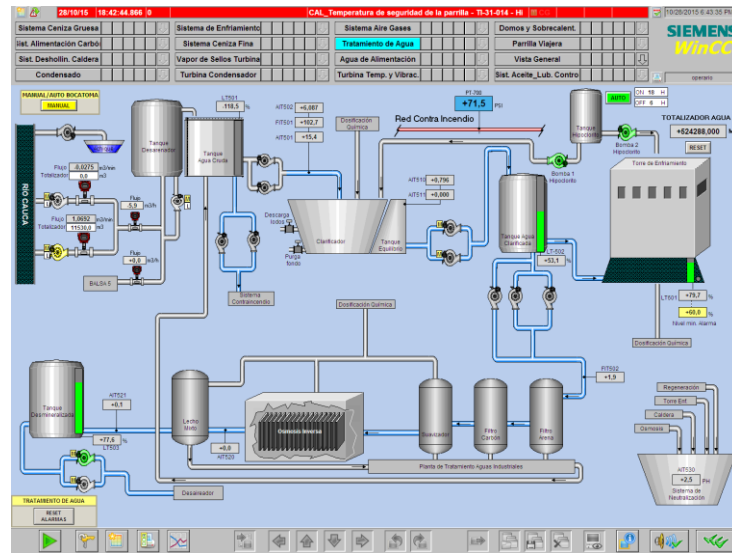
Dentro del marco educativo puedo hacer referencia que se puso en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la tecnología electrónica, como lo son Matemáticos, técnicos, administrativos y éticos por lo cual se puede concluir que el proyecto cumplió y excedió las expectativas y objetivos logrados.

Dentro de los resultados logrados se pasó de captar 2100 M3 día a 1400 M3 día.

El tiempo de la operación de bombas cauca se redujo de una hora y media a 15 minutos con la automatización, porque con la automatización del proceso se puede suspender el bombeo de forma inmediata.

Se logró reducir el tiempo de exposición al sitio de orden público de 2 veces al día a 1 vez por semana solo para lubricar e inspección de los equipos.

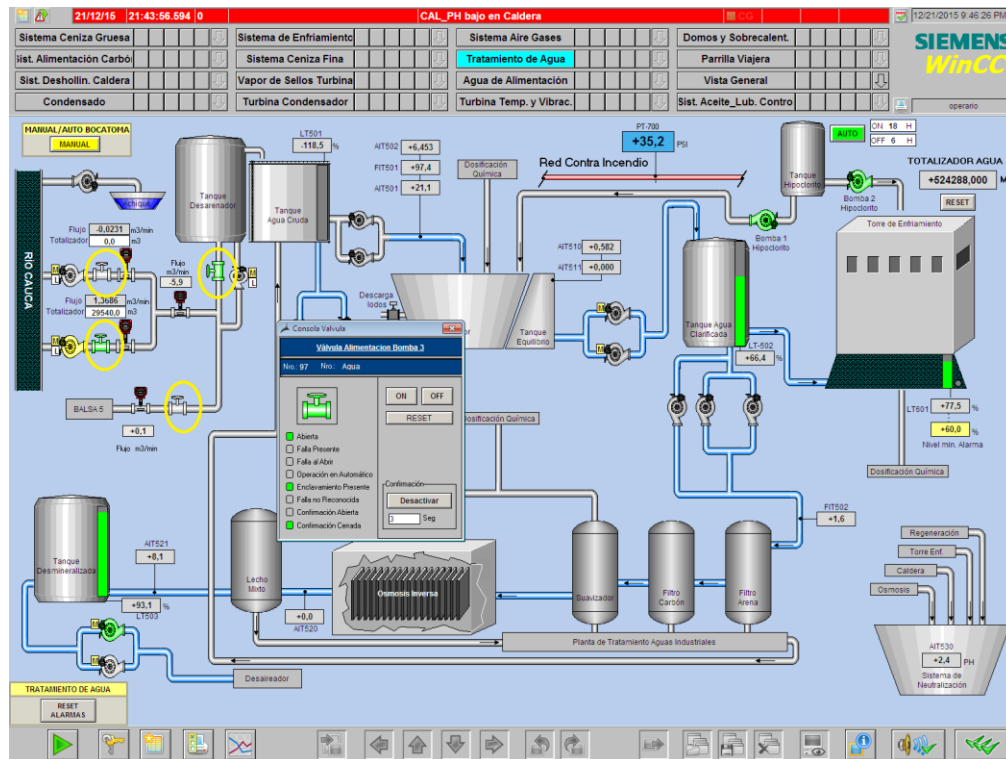
**Figura 8.1** Pantalla sin las válvulas



**Fuente:** Tomada de la planta Autogeneración

En la ilustración 5 se observa las 2 bombas del rio cauca o bocatoma, están ubicadas sobre la izquierda en el momento todavía no se habían instalado las válvulas ni el control.

**Figura 8.2** Pantalla con las válvulas



**Fuente:** Tomada de la planta Autogeneración.

En la

Figura 8.2 ya se puede observar las válvulas instaladas y programadas en el PLC y su prueba de apertura y cierre.



**Figura 8.3** Válvulas manuales



**Fuente:** Tomada de la planta Autogeneración.

**Figura 8.4** Válvulas automáticas instaladas



**Fuente:** Tomada de la planta Autogeneración.

En las Figura 8.3 y Figura 8.4 observamos el antes y después del montaje de las válvulas en sitio se debió realizar cortes en la tubería para instalarlas.

## **9. CONCLUSIONES**

El proyecto ha contribuido de manera muy importante para minimizar los tiempos y riesgos que se tenían en la planta de Autogeneración al momento de realizar la operación de las válvulas manuales de las bombas.

Identificar el método de programación y se aplicó el lenguaje ladder en el PLC de la planta autogeneración, mejorando los conocimientos básicos adquiridos, llevando estos conocimientos a la vida real en la industria.

Reconocer los tipos de control utilizados en la industria y aplicamos un sistema de control de lazo cerrado con retroalimentación.

Con la mejora implementada la empresa obtendrá optimización de tiempos en las labores de sus empleados, lo cual retribuye en beneficios económicos porque este tiempo que se perdía en este proceso se podrá utilizar en otras tareas.

Comprender la importancia de la automatización en la industria y la gran posibilidad de mejoras que existen en los procesos, con ello se puede mejorar la calidad de trabajo de las personas y la optimización de los procesos.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Creus A. (2006). Instrumentación industrial. México: Alfa omega grupo editor.

Juan Herrera Quiroz. (2004). Hacia un concepto moderno de la automatización industrial. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=81>

Wikipedia. (2012). Sistemas de control. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_control](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control)

Enrique Jose Caroli. (2009). Válvulas: Instrumentación y Control. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>



## ANEXOS

### Anexo 1 Carta de certificación de solución implementada

Yumbo, 16 de junio 2016



Sres.  
**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA.**

Asunto:  
**CERTIFICACIÓN**

El señor **LEONARDO QUINTERO BEJARANO** identificado con cedula de ciudadanía No 16461422 de Yumbo, ejecutó y participo en el proyecto **AUTOMATIZACIÓN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA AUTOGENERACION Y Balsa 5**, con fines académicos para realizar su proyecto de grado.

Agradezco de antemano su amable atención

Atentamente

**ARBAY ANGRINO P**  
**JEFE DE AUTOGENERACION YUMBO**

---